Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale,, n. 79 del 5 aprile 1988 - Serie generale

Spedizione in abbonamento postale - Gruppo I (70%)

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA | **Roma - Martedì, 5 aprile 1988** | SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DI GRAZIA E GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00100 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 85081

N. 28

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI

DECRETO MINISTERIALE 21 marzo 1988.

Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne.

SOMMARIO

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI

DECRETI E ORDINANZE MINISTERIALI

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI

DECRETO 21 marzo 1988.

Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne.

IL MINISTRO DEI LAVORI PUBBLICI

DI CONCERTO CON

I MINISTRI DEI TRASPORTI, DELL'INTERNO E
DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

Visto l'art. 2 della legge 28 giugno 1986, n. 339, recante nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne;

Sentito il parere del Consiglio nazionale delle ricerche;

Sulla proposta del Comitato elettrotecnico italiano;

Decreta:

È approvato l'annesso regolamento di esecuzione della legge 28 giugno 1986, n. 339, recante norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne.

Sono fatte salve le competenze del Ministero dell'interno per quanto concerne le disposizioni di sicurezza antincendio connesse con la realizzazione delle linee elettriche aeree esterne.

Il presente decreto sarà pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica unitamente al regolamento approvato.

Roma, addì 21 marzo 1988

Il Ministro dei lavori pubblici
DE ROSE

Il Ministro dei trasporti
MANNINO

Il Ministro dell'interno
FANFANI

Il Ministro dell'industria
del commercio e dell'artigianato
BATTAGLIA

NORME TECNICHE PER LA PROGETTAZIONE, L'ESECUZIONE E L'ESERCIZIO DELLE LINEE ELETTRICHE AEREE ESTERNE
(Legge 28 giugno 1986, n. 339)

CAPITOLO I

GENERALITA'

Sezione 1. - OGGETTO E SCOPO DELLE NORME

1.1.01. Oggetto. - Le presenti norme, nel quadro generale delle norme impianti in quanto non modificate dalle presenti norme, riguardano le linee elettriche aeree esterne, come definite in 1.2.02, ad esclusione delle linee di contatto per trazione elettrica e dei relativi alimentatori in sede.

Esse si applicano altresì alle linee situate in zone sismiche e tengono luogo integralmente delle disposizioni tecniche ed amministrative di cui alle leggi n. 1684 del 25/11/1962 e n. 64 del 2/2/1974.

Le presenti norme si applicano alle linee di nuova costruzione nonchè alle varianti di tracciato ed alle trasformazioni radicali di quelle già esistenti. Nel caso in cui le trasformazioni si limitano alla modifica o alla sostituzione di alcuni sostegni e loro armamenti, possono essere applicate anche le norme secondo cui la linea è stata costruita.

1.1.02. Scopo. - Le presenti norme hanno lo scopo di fissare le prescrizioni fondamentali che devono essere osservate nel progetto e nella costruzione delle linee elettriche di cui in 1.1.01.

Tali prescrizioni riguardano l'intero percorso della linea compresi gli attraversamenti di opere, quali ad esempio ferrovie, tranvie, filovie, funicolari, strade, linee elettriche o di telecomunicazione.

Per quanto riguarda le interferenze con le linee di telecomuncazione si applicano le norme CEI.103 - 6.

Sezione 2. - Definizioni

1.2.01. Tensione nominale di una linea elettrica. - E' il valore convenzionale della tensione con il quale la linea è denominata ed al quale sono riferiti i dati di funzionamento fatta astrazione dall'isolamento. Nel seguito delle presenti norme la tensione nominale, espressa in kV, viene indicata con la lettera U.

1.2.02. Linee elettriche aeree esterne. - Sono, agli effetti delle presenti norme, le linee definite da 1.2.04 a 1.2.07 impiantate all'aperto, al di sopra del suolo e costituite dai conduttori o dai cavi con i relativi isolatori, sostegni ed accessori.

1.2.03. Linee di telecomunicazione. - Sono considerate tali, agli effetti delle presenti norme, le linee telefoniche, telegrafiche, per segnalazione e comando a distanza in servizio pubblico o privato, con esclusione di quelle definite come linee di classe zero (1.2.04). Le linee di telecomunicazione sono citate solo in quanto possono venire attraversate da linee elettriche; ad esse non si applicano le presenti norme.

1.2.04. Linee di classe zero. - Sono, agli effetti delle presenti norme, quelle linee telefoniche, telegrafiche, per segnalazione e comando a distanza in servizio di impianti elettrici, le quali abbiano tutti o parte dei loro sostegni in comune con linee elettriche di trasporto o di distribuzione o che, pur non avendo con queste alcun sostegno in comune, siano dichiarate appartenenti a questa categoria in sede di autorizzazione.

1.2.05. Linee di prima classe. - Sono, agli effetti delle presenti norme, le linee di trasporto o distribuzione di energia elettrica, la cui tensione nominale è inferiore o uguale a 1000 V e le linee in cavo per illuminazione pubblica in serie la cui tensione nominale è inferiore o uguale a 5000 V.

1.2.06. Linee di seconda classe. - Sono, agli effetti delle presenti norme, le linee di trasporto o distribuzione di energia elettrica la cui tensione nominale è superiore a 1000 V ma inferiore o uguale a 30.000 V e quelle a tensione superiore nelle quali il carico di rottura del conduttore di energia sia inferiore a 3434 daN (3500 kgf).

1.2.07. Linee di terza classe. - Sono, agli effetti delle presenti norme, le linee di trasporto o distribuzione di energia elettrica, la cui tensione nominale è superiore a 30.000 V e nelle quali il carico di rottura del conduttore di energia non sia inferiore a 3434 daN (3500 kgf).

1.2.08. Zona di sovraccarico. - Agli effetti delle presenti norme per il calcolo delle linee elettriche, l'Italia è suddivisa nelle seguenti zone:

Zona A comprendente le località ad altitudine non superiore agli 800 m s.l.m. dell'Italia centrale, meridionale ed insulare;

Zona B comprendente tutte le località dell'Italia settentrionale e le località ad altitudine superiore a 800 m s.l.m. dell'Italia centrale, meridionale ed insulare.

1.2.09. Attraversamento. - Agli effetti delle presenti norme si ha attraversamento di una data opera allorchè la proiezione verticale di almeno uno dei conduttori della linea elettrica, nelle condizioni indicate nell'ipotesi 3) di 2.2.04 e con piano della catenaria supposto inclinato di 30° sulla verticale, interseca l'opera stessa.

L'attraversamento è costituito dalla campata di linea che attraversa l'opera.

1.2.10 Conduttori, corde di guardia, cavi aerei. - Agli effetti delle presenti norme si intendono:

- conduttori: le corde e i fili, nudi o rivestiti, tesi fra i sostegni delle linee elettriche e destinati a trasportare o a distribuire l'energia elettrica (fra essi compreso il conduttore neutro dei sistemi trifasi a quattro fili) o destinati, per le

linee di classe zero, alla trasmissione di segnali e comunicazioni;

- corde (o fili) di guardia o di terra: le corde e i fili tesi fra i sostegni delle linee elettriche, permanentemente collegati a terra e destinati a proteggere i conduttori dagli effetti delle sovratensioni di origine atmosferica ed a migliorare il collegamento a terra dei sostegni;

- cavi aerei: cavi, comprese le eventuali funi portanti, tesi fra sostegni e costituiti da uno o più conduttori dotati di un rivestimento che assicuri l'isolamento e la protezione durevole nei confronti delle condizioni ambientali e meccaniche della posa all'aperto, e muniti per le linee di seconda e terza classe di uno schermo metallico, continuo, messo a terra. I cavi aerei possono essere autoportanti o non, intendendosi come autoportanti quelli nei quali la funzione portante è assicurata da tutti i (o parte dei) conduttori costituenti il cavo stesso e che risultano quindi privi di fune portante apposita, interna od esterna al cavo.

1.2.11 Attacco rinforzato. - Il dispositivo di attacco dei conduttori di energia ai sostegni viene definito attacco rinforzato quando è predisposto in modo da evitare la caduta dei conduttori nel caso di rottura di un isolatore.

Nelle linee con isolatori rigidi, l'attacco rinforzato può essere effettuato:

- con disposizione a losanga, cioè fissando il conduttore a due isolatori distinti mediante uno spezzone di conduttore ausiliario;
- con altro dispositivo, approvato dall'autorità competente, che offra garanzie di sicurezza equivalenti a quelle delle disposizioni a losanga.

Nelle linee con isolatori sospesi, l'attacco rinforzato può essere effettuato:

- con sospensione a doppia catena, cioè con due catene disposte parallelamente o a V, solo per i sostegni in corrispondenza dei quali l'angolo di deviazione della linea non supera i 60°;
- con amarro a doppia catena di isolatori dal lato della campata di attraversamento;
- con altro dispositivo, approvato dall'autorità competente, che offra garanzie di sicurezza equivalenti a quelle dei dispositivi precedenti.

1.2.12. Sostegni. - Agli effetti delle presenti norme per sostegni si intendono i pali, le paline, le mensole e in genere tutte le strutture, solidali col terreno e con manufatti, alle quali vengono fissati i conduttori esclusi gli accessori di attacco ed i perni degli isolatori.

1.2.13. Angoli. - Nelle presenti norme le misure degli angoli sono espresse in gradi sessagesimali.

1.2.14. Abitato. - Nel seguito si intende per abitato un aggregato di case contigue o vicine con interposte strade, piazze o simili, o comunque brevi soluzioni di continuità.

L'abitato si deve considerare delimitato da una linea che segue il margine esterno delle case oltre le quali ha inizio una notevole soluzione di continuità (spazio senza case); l'ampiezza di detto spazio va commisurata all'importanza dell'abitato in esame (per abitati minori e medi ci si può orientare su una settantina di metri).

CAPITOLO II

ESECUZIONE DELLE LINEE AEREE

Sezione 1. - DISPOSIZIONI GENERALI

2.1.01. Linee con conduttori multipli o a fascio. - Quando non è diversamente specificato, nelle linee con conduttori multipli per fase, ciascuno dei conduttori formanti fascio deve essere considerato, agli effetti delle presenti norme, come un conduttore a sè stante.

2.1.02. Spinta del vento. - La spinta del vento sui conduttori e sui sostegni si calcola in base ai valori di pressione indicati nella tabella seguente, che si riferiscono all'ipotesi di vento spirante perpendicolarmente alle superfici e che sono valevoli per i conduttori e per i sostegni qualunque sia la loro altezza sul suolo.

Velocità del vento km/h	Pressione su superfici piane perpendicolari alla direzione del vento daN/m^2 (kgf/m^2)	Pressione su superfici cilindriche e su conduttori (riferita alla sezione assiale) daN/m^2 (kgf/m^2)	Pressione su superfici sferiche (riferita alla sezione assiale) daN/m^2 (kgf/m^2)
26	4,71 (4,80)	2,82 (2,88)	1,18 (1,20)
50	17,41 (17,75)	10,45 (10,65)	4,36 (4,44)
65	29,43 (30)	17,66 (18)	7,36 (7,50)
100	69,65 (71)	41,79 (42,60)	17,41 (17,75)
130	117,72 (120)	70,63 (72)	29,43 (30)

2.1.03. Distanziamento dei conduttori. - La distanza in metri fra i conduttori, ai punti di attacco ai sostegni di linea, non deve essere minore di:

$$D = n \sqrt{F+L} + 0{,}01\ U$$

dove: F è la saetta, in m, dei conduttori nelle condizioni di carico e temperatura indicate nell'ipotesi 1) di 2.2.04; L è la lunghezza in m della catena di isolatori delle linee con isolatori sospesi; n è un coefficiente da assumere uguale a 0,6 per i conduttori omogenei di alluminio o di lega di alluminio e 0,5 per gli altri conduttori.

Per le linee con isolatori rigidi e con attacco rinforzato con disposizione a losanga, la distanza D, in metri, è quella fra i conduttori in corrispondenza dell'uscita dalla losanga salvo verifica che la distanza fra i conduttori interni delle losanghe adiacenti sia superiore a 0,01 U ed in ogni caso non inferiore a 0,06 m.

Per i sostegni ai quali i conduttori sono assicurati con isolatori disposti in amarro oppure con isolatori rigidi, si assume L = 0; se inoltre si tratta di sostegni per linee di classe zero, prima e seconda, i valori risultanti dalla formula vanno ridotti del 30%.

La formula di cui sopra non si applica:

- nelle campate delle linee di qualsiasi classe per le quali F + L>40 m; per queste è sufficiente che la distanza in metri fra i conduttori non sia minore di 3,80 + 0,01 U per i conduttori di alluminio o di lega di alluminio e di 3,20 + 0,01 U per gli altri conduttori;

- nelle campate delle linee di classe zero e prima che abbiano una lunghezza, misurata orizzontalmente, minore o eguale a 40 m; per queste è sufficiente che la distanza in metri fra i conduttori non sia inferiore a 0,10m per campate sino a 25 metri e a 0,20m per campate da 25 a 40 m.

Le prescrizioni di questo articolo non si applicano alle linee in cavo aereo e, nelle linee con conduttori multipli, ai conduttori di uno stesso fascio.

2.1.04. Distanze minime delle parti sotto tensione verso le parti a terra dei sostegni. -

Per le linee con isolatori sospesi la verifica della distanza d dei conduttori e loro accessori sotto tensione (morsetteria, anelli di protezione, ecc.) verso le parti a terra dei sostegni deve essere effettuata in ciascuna delle condizioni indicate nella tabella seguente:

Condizione	Temperatura °C	Vento orizzontale agente in direzione normale alla linea km/h
a	0	26
b	15	130

Nella condizione a la suddetta distanza d, in metri, non deve essere minore di 0.006 U ed in ogni caso superiore a 0,06 m.

Nella condizione b la suddetta distanza d, in metri, non deve essere minore di 0.0019 U ed in ogni caso superiore a 0,06 m.

Per le linee con isolatori rigidi la distanza d, in metri, delle parti sotto tensione verso le parti a terra dei sostegni, non deve essere minore di 0,006 U con un minimo di 0,02m per le linee di prima classe e di 0,06 m per le linee di seconda classe.

Le prescrizioni del presente articolo si applicano anche alle distanze tra i conduttori uscenti da fabbricati utilizzati per officine elettriche ed i fabbricati stessi.

Le prescrizioni del presente articolo non si applicano agli eventuali spinterometri di coordinamento dell'isolamento, né alle linee in cavo aereo.

2.1.05. Altezza dei conduttori sul terreno e sulle acque non navigabili. - I conduttori, nelle condizioni indicate nella ipotesi 3) di 2.2.04, non devono avere in alcun punto una distanza verticale dal terreno e dagli specchi lagunari o lacuali non navigabili minore di:

- 5 m per le linee di classe zero e prima e per le linee in cavo aereo di qualsiasi classe;

- (5,50 + 0,006 U) m e comunque non inferiore a 6m per le linee di classe seconda e terza.

Le distanze di cui sopra si riferiscono a conduttori integri in tutte le campate e devono essere misurate prescindendo sia dall'eventuale manto di neve, sia dalla vegetazione e dalle ineguaglianze del terreno dovute alla lavorazione. Non è richiesta la verifica delle distanze di rispetto con conduttori rotti o disuniformemente caricati.

E' ammesso derogare dalle prescrizione del presente articolo quando si tratti di linee sovrapassanti i terreni recinti con accesso riservato al personale addetto all'esercizio elettrico.

2.1.06. Distanze di rispetto per i conduttori. - I conduttori e le funi di guardia delle linee aeree nelle condizioni indicate nell'ipotesi 3) di 2.2.04, sia con catenaria verticale, sia con catenaria supposta inclinata di 30° sulla verticale, non devono avere in alcun punto una distanza, espressa in metri, minore di:

a) 6 per le linee di classe zero e prima e 7 + 0,015 U per le linee di classe seconda e terza, dal piano di autostrade, strade statali e provinciali e loro tratti interni agli abitati, dal piano delle rotaie di ferrovie, tranvie, funicolari terrestri e dal livello di morbida normale di fiumi navigabili di seconda classe (regio decreto 8 giugno 1911, n.823 e regio decreto 11 luglio 1913 n.959).

Per le zone lacuali o lagunari con passaggio di natanti, la altezza dei conduttori è prescritta dalla autorità competente;

b) 5,50 +0,015 U dal piano delle rotaie di funicolari terrestri in servizio privato per trasporto esclusivo di merci;

c) 1,50 + 0,015 U col minimo di 4 dall'organo più vicino o dalla sua possibile più vicina posizione, quando l'organo è mobile, di funivie, sciovie e seggiovie in servizio pubblico o privato, palorci, fili a sbalzo o teleferi; la prescrizione non si applica alle linee di alimentazione ed alle linee di telecomunicazione al servizio delle funivie, per le quali valgono le prescrizioni dei seguenti comme d), e) ed f);

d) 1,50 + 0,015 U dai conduttori di altre linee elettriche o di telecomuncazione (U essendo la tensione nominale della linea a tensione maggiore). Tale minimo è ridotto a 1 + 0,015 U per le corde di guardia o quando ambedue i conduttori considerati sono fissati ai sostegni mediante isolatori rigidi o isolatori sospesi disposti in amarro.

Limitatamente agli attraversamenti fra linee di classe zero o prima fra loro ed agli attraversamenti fra linee di classe zero o prima e linee di telecomunicazione, il minimo suddetto è ridotto a 1m fuori dell'abitato e a 0,50 m nell'abitato (purchè, in quest'ultimo caso, la campata della linea sottopassante non sia superiore a 30 m; diversamente si conserva la distanza di 1 m); se almeno una delle linee che si attraversano è in cavo aereo, il minimo è, in ogni caso, ulteriormente ridotto a 0,30 m. Negli attraversamenti di linee elettriche con altre linee elettriche si deve tener conto separatamente, ma non simultaneamente, tanto dell'inclinazione della campata inferiore quanto di quella della campata superiore;

e) 1 per le linee di classe zero e prima dai sostegni di altre linee elettriche o di telecomunicazione; tale minimo può essere ridotto a 0,50 m quando si tratti di cavi aerei, ed, in ogni caso, nell'abitato;

f) 3 + 0,015 U per le linee di classe seconda e terza dai sostegni di altre linee elettriche o di telecomuncazione (U = tensione nominale della linea il cui conduttore si avvicina ai sostegni di altre linee); tale minimo può essere ridotto a 1 + 0,015 U per i cavi aerei e, quando ci sia l'accordo fra i proprietari delle due linee, anche per i conduttori nudi;

f bis) 3 + 0,006 U (salvo in ogni caso il rispetto della distanza 1,5 + 0,015 U) dai conduttori della linea di trazione elettrica di ferrovie, tranvie, filovie, funicolari terrestri.

La prescrizione non si applica:

- alla distanza tra conduttori di linee di trazione elettrica e conduttori di linee elettriche poste in sede ferroviaria;
- alle linee elettriche in cavo aereo.

Le stesse prescrizioni si applicano alle distanze dalle antenne radiotelevisive riceventi delle utenze private;

g) 2,50 per le linee di classe zero e prima, e 3+0,010 U per le linee di classe seconda e terza, da tutte le posizioni praticabili delle altre opere o del terreno circostante, esclusi i fabbricati;

h) 0,30 per le linee di classe zero e prima, e 0,50+0,010 U per le linee di classe seconda e terza, da tutte le posizioni impraticabili delle altre opere o del terreno circostante, esclusi i fabbricati, e dai rami degli alberi.

E' da considerare praticabile una posizione nella quale una persona normale può stare agevolmente in piedi, anche se per raggiungerla bisogna superare posizioni impraticabili.

Le distanze di cui sopra devono essere verificate con conduttori integri in tutte le campate e devono essere misurate prescindendo sia dall'eventuale manto di neve, sia dalla bassa vegetazione, sia dalle ineguaglianze del terreno dovute alla lavorazione. Non è richiesta la verifica delle distanze di rispetto con conduttori rotti o disuniformemente caricati.

E' ammesso derogare dalle prescrizioni del presente articolo quando si tratti di linee sovrapassanti terreni recinti con accesso riservato al personale addetto all'esercizio elettrico.

2.1.07. Distanze di rispetto per i sostegni. - I sostegni di linee elettriche e le relative fondazioni non devono avere alcun punto fuori terra ad una distanza orizzontale minore di:

a) 6 m dalla rotaie più vicina di ferrovie e tranvie in sede propria fuori dell'abitato, esclusi i binari morti ed i raccordi a stabilimenti, col minimo di 3 m dal ciglio delle trincee e di 2 m dal piede dei rilevati;

b) 4 m dalla rotaia più vicina di funicolari terrestri, dal conduttore di contatto più vicino di filovie fuori dall'abitato, dall'organo più vicino, o dalla sua possibile più vicina posizione se l'organo è mobile, di funivie, sciovie e seggiovie in servizio pubblico o in servizio privato per trasporto di persone (escluse le linee elettriche o di telecomunicazione al servizio delle funivie);

c) 2 m dalla rotaia più vicina di ferrovie o tranvie, in sede propria o su strada, nell'interno dell'abitato e per i binari morti ed i raccordi a stabilimenti anche fuori dell'abitato, dal più vicino conduttore di contatto di filovie nell'interno dell'abitato, dall'organo più vicino o dalla sua possibile più vicina posizione se l'organo è mobile, di funivie private per trasporto esclusivo di merci, palorci, fili a sbalzo, telefori;

d) 15 m dal confine (come definito dall'art. 1 comma primo n.10 del regio decreto 8 dicembre 1933, n.1740) di strade statali e delle altre strade comprese nel piano di statizzazione di cui al decreto ministeriale 27 marzo 1959 pubblicato nel supplemento della Gazzetta Ufficiale n.181 del 30 luglio 1959; tale minimo è ridotto sino all'altezza fuori terra del sostegno per le linee di classe zero, prima e seconda. Le distanze di cui sopra possono essere ridotte, ove particolari circostanze lo consiglino, con provvedimento del Ministro per i lavori pubblici, Presidente dell'ANAS, su richiesta degli interessati, e sentito il Consiglio di amministrazione dell'ANAS; per i sostegni di linee di classe zero, prima e seconda la distanza può essere ridotta previo benestare dell'ente proprietario della strada;

e) 7 m dal confine, come sopra definito, di strade provinciali esterne agli abitati; tale minimo è ridotto sino a due quinti dell'altezza fuori terra del sostegno per le linee di classe zero, prima e seconda. Ove particolari circostanze lo consiglino, e comunque all'interno degli abitati, possono essere adottate distanze minori del minimo di cui sopra, sino all'installazione dei sostegni in banchina o su marciapiede, previa autorizzazione dell'ente proprietario della strada;

f) 3 m per le linee di qualsiasi classe dal confine, come sopra definito, delle strade comunali esterne agli abitati. Ove particolari circostanze lo consiglino, e comunque all'interno degli abitati, possono essere adottate distanze minori del minimo di cui sopra, sino all'installazione dei sostegni in banchina o su marciapiede, previa autorizzazione dell'ente proprietario della strada;

g) 5 m dal piede, sia interno che esterno, di argini di 3ª categoria (regio decreto 25 luglio 1904 n.523).

Per le distanze dalle autostrade si applica quanto disposto dall'art.9 della legge 24 luglio 1961, n.729.

Nessuna prescrizione di distanza è data per le linee di classe zero e prima dalle strade vicinali. Per i sostegni delle linee elettriche sorreggenti anche lampade di illuminazione pubblica si applicano, in deroga ai paragrafi d), e) ed f), le distanze prescritte dal regolamento di esecuzione del T.U. delle norme sulla circolazione stradale (legge 15 giugno 1959, n.393) relative alla segnaletica verticale. Inoltre i sostegni, le relative fondazioni ed i dispersori per la messa a terra non devono avere alcun punto a distanza minore di:

h) 6 m da gasdotti eserciti a pressione massima eguale o superiore a 25 atmosfere; tale minimo è ridotto a 2 m quando, nella zona in cui si avvicina alla linea, il gasdotto è contenuto in un robusto tubo di protezione, le cui estremità siano munite di sfoghi e si trovino a non meno di 6,50 m dai sostegni e dalle relative parti accessorie;

i) 2 m da gasdotti eserciti a pressione massima inferiore a 25 atmosfere e da oleodotti; tale minimo è ridotto a 1,5 m quando, nella zona in cui si avvicina alla linea, il gasdotto o l'oleodotto è contenuto in un robusto tubo di protezione, le cui estremità siano munite di sfoghi e si trovino a non meno di 2,50 m dai sostegni e dalle relative parti accessorie.

Le distanze dei sostegni dai conduttori di altre linee elettriche o di telecomunicazione devono essere non inferiori a quelle determinabili applicando le prescrizioni di cui a 2.1.06 - e) e 2.1.06 - f) ai conduttori ai quali i sostegni si avvicinano. Fra sostegni di linee elettriche e conduttori di linee di telecomunicazione si applica la distanza di cui in 2.1.06 - e).

Per i sostegni delle linee elettriche sorreggenti anche lampade d'illuminazione pubblica le distanze di cui ai paragrafi h)e i) possono essere ridotte previa autorizzazione dell'ente proprietario dei gasdotti od oleodotti.

2.1.08. Distanze di rispetto dai fabbricati. - I conduttori delle linee di classe zero e prima devono essere inaccessibili dai fabbricati senza l'aiuto di mezzi speciali o senza deliberato proposito.

I conduttori delle linee di classe seconda e terza nelle condizioni indicate nell'ipotesi 3) di 2.2.04 non devono avere alcun punto a distanza dai fabbricati minore di (3 + 0,010 U) m, con catenaria verticale e (1,50 + 0,006 U) m, col minimo di 2 m con catenaria supposta inclinata di 30° sulla verticale.

Inoltre i conduttori delle linee di classe seconda e terza, nelle condizioni di cui sopra e con catenaria verticale, devono avere una altezza non minore di 4 m su terrazzi e tetti piani.

Nessuna distanza è richiesta per i cavi aerei.

2.1.09. Linee elettriche e linee di telecomunicazione su uno stesso muro. - Quando i sostegni di classe zero e prima e sostegni di linee di telecomunicazione sono infissi all'esterno di uno stesso muro, salve restando le prescrizioni di cui agli articoli precedenti, i sostegni delle linee di classe zero e prima non devono essere infissi a distanza minore di 1 m dai sostegni delle linee di telecomunicazione; tale minimo può essere ridotto a 0,20m quando almeno una delle due linee è in cavo aereo.

Inoltre i conduttori delle linee di classe zero o prima che stanno superiormente a linee di telecomunicazione che non siano in cavo aereo, devono essere fissati agli isolatori mediante una legatura, di tipo approvato dall'Istituto Superiore delle Poste e Telecomunicazioni, atta ad evitare la caduta del conduttore in caso di rottura del conduttore stesso in corrispondenza della gola dell'isolatore.

Nel caso in cui la linea elettrica e la linea di telecomunicazione siano ambedue in cavo aereo non si applicano le prescrizioni di distanza di cui all'art. 2.1.06 paragrafo d) ed e).

2.1.10. Angolo di incrocio tra linee elettriche ed opere attraversate. - Quando una linea elettrica attraversa una ferrovia o una tranvia in sede propria, esclusi i binari morti ed i raccordi a stabilimenti, o una funicolare terrestre in servizio pubblico o una funivia, sciovia o seggiovia in servizio pubblico o una strada statale o una autostrada, l'angolo di incrocio tra la linea e l'asse dei binari o della funivia o della strada non deve essere minore di 15° se la linea è di terza classe né minore di 30° se la linea è di classe zero, prima o seconda. La prescrizione non si applica agli attraversamenti nell'interno dell'abitato.

In casi eccezionali quando, per le particolari condizioni locali, l'angolo di incrocio non può essere mantenuto nei limiti sopraindicati, può essere consentita dall'ente proprietario o concessionario dell'opera attraversata una deroga alla disposizione di cui sopra.

Negli attraversamenti di opere diverse da quelle sopra elencate l'angolo di incrocio non è soggetto ad alcuna limitazione.

2.1.10 bis. Attraversamenti di linee elettriche o di telecomunicazione in cavo sotterraneo. - Alle campate di linee che attraversano superiormente altre linee elettriche o di telecomunicazione in cavo sotterraneo non si applicano le prescrizioni delle presenti norme riguardanti gli attraversamenti.

2.1.11. Norme contro la scalata dei sostegni. - E' vietato scalare i sostegni delle linee elettriche a chiunque non sia a ciò autorizzato per ragioni di servizio.

I sostegni delle linee di classe seconda e terza devono portare un ostacolo materiale (corde o fili spinati, punte metalliche o simili) disposto a richiamare il divieto di accesso.

L'ostacolo deve essere tale che non sia possibile superarlo senza deliberato proposito.

Non è richiesta l'applicazione dell'ostacolo materiale per i sostegni cilindrici o troncoconici con diametro alla base non minore di 200 mm, sia metallici che di cemento armato, e per le paline fissate ai fabbricati ma non accessibili dai tetti.

2.1.12. Coesistenza di elettrodotti con opere diverse. - Nell'abitato i conduttori delle linee di classe zero e prima possono essere sostenuti da sostegni adibiti anche ad altro uso, quali sostegni per linee di contatto di filovie e tranvie.

Sostegni di linee elettriche di classe zero e prima in cavo aereo possono sorreggere anche linee di telecomunicazione in cavo aereo.

Subordinatamente al consenso dell'ente proprietario, le linee elettriche possono essere fissate ai ponti metallici o in muratura o in cemento armato o ad altre opere d'arte e possono essere impiantate sulla sede stradale in posizione opportuna.

Le linee di classe zero, prima e seconda possono essere fissate ai muri delle case.

Nelle zone sismiche, per qualunque grado di sismicità, tale fissaggio è consentito, purchè il tiro trasmesso dai conduttori, in assenza di sovraccarico ed alla temperatura minima prevista in 2.2.04, non risulti superiore a 196 daN (200 kgf) nella ipotesi di uno spostamento del punto di attacco pari a: $\frac{h}{400}$ ove h è l'altezza fuori terra del punto di attacco.

2.1.13. Messa a terra dei sostegni. - Nelle linee di classe seconda e terza devono essere messi a terra singolarmente:

- per le linee o tronchi di linea non muniti di corde di guardia, tutti i sostegni, metallici o di cemento armato, non direttamente infissi nel terreno;
- per le linee o tronchi di linea, muniti di corde di guardia, tutti i sostegni, metallici o di cemento armato, non direttamente infissi nel terreno e che sorreggono campate di attraversamento di ferrovie, tranvie, filovie, funicolari terrestri, funivie (esclusi palorci, fili a sbalzo, telefori), autostrade, strade statali e provinciali e loro collegamenti nell'interno degli abitati, linee di telecomunicazione; per i tronchi di linea che non comprendono attraversamenti con le opere sopra elencate deve essere messo a terra un sostegno in media ogni chilometro.

Per la messa a terra sono sufficienti dispersori aventi complessivamente una superficie di contatto col terreno di almeno 0,25 m^2 per le linee di seconda classe e di almeno 0,5 m^2 per le linee di terza classe. I conduttori di terra devono avere sezione non inferiore a 16 mm^2 se di rame e a 50 mm^2 se di altro materiale.

Per sostegni di cemento armato il conduttore di terra deve essere connesso agli attacchi metallici degli isolatori rigidi o delle catene di isolatori sospesi e deve seguire internamente il sostegno, quando questo è cavo, ed essere protetto contro i furti quando il sostegno non è cavo.

L'armatura dei sostegni di cemento armato può essere utilizzata come conduttore di terra, purchè ne sussista la continuità metallica.

2.1.14. Tiranti metallici. - I tiranti metallici accessibili dei sostegni delle linee elettriche devono essere messi a terra, direttamente o indirettamente attraverso il sostegno, o 'essere isolati mediante isolatori che abbiano complessivamente una tensione critica sotto pioggia non inferiore alla tensione di linea. In quest'ultimo caso gli elementi isolanti devono essere intercalati nel tirante ad almeno 0,50 m al di sotto del conduttore più basso e ad almeno 3 m di altezza sul suòlo.

La prescrizione non si applica ai tiranti delle linee di classe zero e prima, che non siano a contatto con parti metalliche connesse ai perni degli isolatori.

2.1.15. Protezioni per le linee sottopassanti ponti o viadotti. - Quando nel sottopassaggio di ponti o viadotti con linee elettriche non è possibile mantenere dal manufatto attraversato le distanze di rispetto di cui ai capoversi g) ed h) di 2.1.06, i conduttori devono essere protetti con adeguati ripari o involucri che, se metallici, devono essere messi a terra. I ripari e gli involucri possono essere fissati con graffe o ganci ai manufatti di muratura, ai piedritti e alle volte del sottopassaggio. Il riparo è anche necessario per le linee appoggiate inferiormente lungo ponti o viadotti quando non sia possibile garantire in altro modo l'inaccessibilità dei conduttori. I ripari od involucri di cui sopra non sono richiesti per i cavi aerei delle linee di classe zero e prima.

2.1.16. Protezioni per le linee sottopassanti funivie. - Le linee che sottopassano funivie, palorci, fili a sbalzo, telefori, devono essere protette, nella campata di attraversamento, da un adeguato riparo che, se metallico, deve essere messo a terra. Si può fare a meno del riparo purchè siano messi a terra gli organi della funivia in corrispondenza dei due cavalletti adiacenti alla campata attraversata, o, in caso di campata unica, i due terminali delle funi.

Le prescrizioni di cui sopra non si applicano quando la linea sottopassante sia in cavo aereo di classe zero o prima.

2.1.17. Attraversamenti in cavo sotterraneo. - Quando per l'attraversamento di ferrovie, tranvie, filovie, funicolari terrestri in servizio pubblico o in servizio privato per trasporto di persone, autostrade, strade statali e provinciali e loro collegamenti nell'interno degli abitati, la linea viene messa in cavo sotterraneo, il cavo deve essere disposto entro robusti tubi o canali prolungati di almeno 0,60 m fuori della sede ferroviaria o statale, da ciascun lato di essa, e disposti a profondità non minore di 1,50 m sotto il piano del ferro di ferrovie di grande comunicazione, non minore di 1,00 m sotto il piano del ferro di ferrovie secondarie,tranvie, funicolari terrestri nonchè sotto il piano di autostrade, strade statali e provinciali. Le distanze vanno contate dal punto più alto della superficie esterna del tubo. Tubi e canali, se praticabili, devono avere gli accessi difesi da chiusure munite di serratura a chiave.

Quando il cavo viene posato in fossi o cunicoli praticabili sottopassanti l'opera attraversata non si applicano le prescrizioni di cui sopra purchè il cavo sia interrato a profondità non minore di 0,50 m sotto il letto del fosso o cunicolo, e sia protetto contro le azioni meccaniche mediante una adatta copertura (di cemento, mattoni, legno o simili).

2.1.18. Deroghe per linee ad altissima tensione. - Ne caso di elettrodotti a tensione nominale superiore a 150 kV aventi la campata media superiore a 250 m, il Ministero dei lavori pubblici, sentiti i pareri del Consiglio nazionale delle ricerche e del Consiglio superiore dei lavori pubblici, ha la facoltà di concedere deroghe alle prescrizioni delle presenti norme per le parti di linea che non interessino con attraversamenti opere di altre amministrazioni. Per queste ultime parti le deroghe possono essere concesse solo col parere favorevole dell'amministrazione interessata.

2.1.19. Deroghe per le linee negli abitati. - Per le linee di classe zero, prima e seconda all'interno dell'abitato, le autorità competenti potranno consentire, quando ciò si rendesse necessario, particolari deroghe alle prescrizioni delle presenti norme.

Sezione 2. - CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA

2.2.01. Dimensioni minime. - I conduttori delle linee elettriche non devono avere, di norma, carichi di rottura minori di 343 daN (350 kgf) per le linee di classe zero e prima e di 559 daN (570 kgf) per le linee di classe seconda.

Per le linee in cavo aereo. autoportante le prescrizioni di cui sopra non si applicano ai singoli conduttori costituenti il cavo ma all'insieme dei conduttori che assicurano la funzione portante.

Per le linee in cavo aereo non autoportante le prescrizioni di cui sopra non si applicano al cavo ma alla fune portante.

2.2.02. Isolamento. - I conduttori devono essere fissati a isolatori. Fanno eccezione i cavi aerei e le relative funi portanti.

Il conduttore neutro dei sistemi trifasi funzionanti con neutro direttamente a terra può essere fissato ai sostegni senza intermediario di isolatori.

2.2.03. Giunzioni. - Le giunzioni dei conduttori devono essere tali da non aumentare la resistenza elettrica del conduttore né, quando si tratti di cavi aerei, da diminuirne l'isolamento; la loro resistenza meccanica a trazione non deve essere inferiore al 90% di quella del conduttore. Per le linee in cavo aereo non autoportante quest'ultima prescrizione si applica non alle giunzioni del cavo, ma alle giunzioni della fune portante.

Nelle campate che attraversano superiormente ferrovie, tranvie, filovie, funicolari terrestri e funivie in servizio pubblico o in servizio privato per trasporto di persone, sciovie, seggiovie, autostrade, strade statali e loro collegamenti nell'interno degli abitati, linee di telecomunicazione, non sono ammesse giunzioni dei conduttori che non siano realizzate a mezzo di giunti di modello approvato da uno qualsiasi dei seguenti enti: Istituto superiore poste e telecomunicazioni, Servizio impianti elettrici delle ferrovie dello Stato, Ispettorato generale della motorizzazione civile e dei trasporti in concessione.

L'approvazione di cui sopra non è necessaria per le giunzioni delle linee elettriche di classe zero e prima in corrispondenza di attraversamenti di linee di telecomunicazione nell'interno dell'abitato.

2.2.04. Ipotesi di calcolo. - La verifica della sollecitazione meccanica dei conduttori e delle corde di guardia deve essere effettuata in ciascuna delle seguenti ipotesi:

1) Conduttori e corde di guardia scarichi a 15°C;

2) Conduttori e corde di guardia nelle condizioni di temperatura e di carico indicate nella seguente tabella:

Linee in zona (1.2.08)	Temperatura °C	Vento orizzontale agente in direzione normale alla linea km/h	Manicotto di ghiaccio (densità 0,92) dello spessore di mm
A	- 5	130	-
B	- 20	65	12

- Nella ipotesi 2 della zona B si deve tener conto della spinta del vento sui conduttori o sulle corde di guardia col manicotto di ghiaccio.

Inoltre per la verifica delle altezze sul suolo e delle distanze di rispetto, deve essere considerata la seguente ipotesi:

3) conduttori e corde di guardia scarichi alla temperatura di 55°C per le linee in zona A e di 40°C per le linee in zona B.

La spinta del vento sui conduttori e sulle corde di guardia deve essere determinata come indicato in 2.1.02.

2.2.05. Sollecitazioni massime. - Nelle ipotesi di calcolo indicate in 2.2.04 le sollecitazioni dei conduttori e delle corde di guardia non devono superare i seguenti limiti:

nell'ipotesi 1):

- il 25% del carico di rottura per conduttori e corde di guardia massicci o per conduttori e corde di guardia cordati in condizioni di conduttore assestato;

- il 30% del carico di rottura per conduttori e corde di guardia cordati in condizioni di conduttore non assestato;

nell'ipotesi 2):

- il 50% del carico di rottura per conduttori e corde di guardia delle linee di terza classe;

- il 40% del carico di rottura per conduttori e corde di guardia delle linee di classe zero, prima e seconda.

Le sollecitazioni di cui sopra devono essere calcolate in base alle caratteristiche dei conduttori indicate dalle apposite norme C.E.I. e dalle tabelle UNEL o risultanti da prove di collaudo dei conduttori stessi.

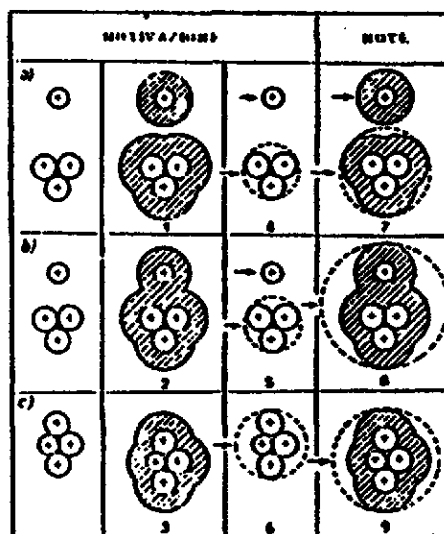
2.2.06 Caso particolare delle linee in cavo aereo. - Nel caso particolare delle linee in cavo aereo la verifica deve essere effettuata per la sola fune portante nel caso di cavo non autoportante, e per l'insieme dei conduttori che assicurano la funzione portante nel caso di cavo autoportante.

Tale verifica deve essere effettuata in base a quanto già previsto in 2.2.04 per i conduttori, ad eccezione della ipotesi 2) per la quale vengono prescritti i seguenti carichi di vento e ghiaccio:

Linee in zona (1.2.08)	Temperatura °C	Vento orizzontale agente in direzione normale alla linea km/h	Manicotto di ghiaccio (densità 0,92) dello spessore di mm
A	- 5	100	-
B	- 20	50	8

Per i tratti di linee in cavo aereo che corrono lungo pareti piene si fa l'ipotesi di vento nullo.

Le sollecitazioni ammissibili sono ancora quelle prescritte in 2.2.05.

Per il calcolo del sovraccarico di ghiaccio si deve supporre la formazione di un manicotto di ghiaccio dello spessore di 8 mm, avvolgente il complesso costituito dal cavo e dall'eventuale fune portante così come risulta disposto in opera. La spinta del vento sul complesso senza sovraccarico di ghiaccio è data dalla risultante della spinta sul cavo (considerando la sezione assiale del cilindro circoscritto al cavo stesso) e sull'eventuale fune portante esterna al cavo; la spinta è determinata in base alle pressioni indicate in 2.1.02.

La spinta del vento sul complesso con sovraccarico di ghiaccio deve essere valutata con le stesse modalità sopra descritte tenendo conto della modifica della geometria determinata dalla presenza del manicotto di ghiaccio.

Nella figura viene illustrata, a titolo di esempio, l'applicazione dei suddetti criteri, per la valutazione del manicotto di ghiaccio (v. particolari 1, 2, 3) e della spinta del vento in assenza (v. particolari 4, 5,6) ed in presenza (v. particolari 7, 8, 9) di manicotto di ghiaccio a tre possibili configurazioni di cavo (a, b, c).

Sezione 3. - ISOLATORI E ACCESSORI

2.3.01. Isolatori rigidi. - Gli isolatori rigidi ed i relativi perni, nell'ipotesi 2) di 2.2.04, con conduttori integri in tutte le campate, devono essere assoggettati ad uno sforzo orizzontale non superiore al 50% del loro carico di rottura completa.

2.3.02. Isolatori sospesi. - Gli isolatori sospesi, nella ipotesi 2) di 2.2.04, con conduttori integri in tutte le campate, devono essere assoggettati ad uno sforzo di trazione non superiore al 40% del loro carico critico.

2.3.03. Isolatori degli attacchi rinforzati. - Negli attacchi rinforzati devono essere impiegati isolatori, rigidi o sospesi, di caratteristiche non

inferiori a quelle degli altri isolatori di linea nella stessa situazione (sospensione o amarro).

2.3.04. **Morsetteria.** - La morsetteria deve essere costruita con materiale resistente o reso resistente alla corrosione.

Le forze massime applicate alla morsetteria nell'ipotesi 2) di 2.2.04, con conduttori integri in tutte le campate, non devono superare il 50% del carico di rottura per le linee di terza classe ed il 40 % del carico di rottura per le linee di classe zero, prima e seconda.

2.3.05. **Impiego dell'attacco rinforzato per le linee di classe zero e prima.** - I conduttori delle linee di classe zero e prima devono essere fissati ai sostegni mediante attacco rinforzato in tutte le campate in cui attraversano superiormente ferrovie o tranvie in sede propria, funicolari terrestri, funivie, sciovie, seggiovie (esclusi palorci, fili a sbalzo o telefori), fiumi navigabili di seconda classe (regio decreto 8 giugno 1911, n.823 e regio decreto 11 luglio 1913, n.959), linee elettriche di classe seconda e terza.

Al di fuori degli abitati l'attacco rinforzato deve essere adottato anche per i condutori delle linee di classe zero e prima, nelle campate che attraversano superiormente ferrovie, tranvie o filovie su strade, autostrade, strade statali o provinciali, linee di telecomunicazione quando sia la linea elettrica, sia la la linea di telecomunicazione sono in conduttori nudi.

2.3.06. **Impiego dell'attacco rinforzato per le linee di classe seconda e terza.** - I conduttori delle linee di classe seconda e terza devono essere fissati ai sostegni mediante attacco rinforzato in tutte le campate in cui attraversano superiormente ferrovie o tranvie (sia in sede propria, sia su strada), filovie, funicolari terrestri, funivie (esclusi palorci, fili a sbalzo o telefori), autostrade, strade statali o provinciali e loro tratti interni agli abitati, sciovie, seggiovie, fiumi navigabili di seconda classe (regio decreto 8 giugno 1911, n.823 e regio decreto 11 luglio 1913, n.959), linee di comunicazione, case di abitazione.

I conduttori di energia delle linee di seconda classe devono essere fissate ai sostegni mediante attacco rinforzato anche nelle campate in cui attraversano superiormente linee elettriche di classe seconda o terza o, al di fuori dell'abitato, linee elettriche di classe zero o prima. Si può fare a meno dell'attacco rinforzato solo nel caso in cui la linea sottostante sia di classe zero, seconda o terza e stia sulla stessa palificazione della linea di seconda classe attraversante.

Sezione 4 - Sostegni

2.4.01. **Materiali e tipi costruttivi.** - I pali di legno devono essere di essenza forte, oppure, se di essenza dolce, devono essere iniettati o trattati con sostanze adatte a preservarli dall'infradiciamento; essi non devono essere infissi in blocchi di calcestruzzo che determinino il ristagno dell'umidità intorno alla base.

Per i sostegni di cemento armato valgono, in quanto non modificate dalle presenti norme, tutte le disposizione legislative vigenti relative alle opere di conglomerato cementizio semplice ed armato.

Per sostegni di cemento armato precompresso valgono le disposizioni vigenti emanate dal Ministero dei lavori pubblici, salvo che per i coefficenti di sicurezza a rottura per i quali si devono adottare i valori stabiliti in 2.4.10.

Per i materiali metallici impiegati nei sostegni valgono di regola le unificazioni italiane vigenti; ove si tratti di materiali non unificati se ne devono specificare le caratteristiche principali agli effetti delle verifiche di stabilità prescritte dalle presenti norme.

I sostegni di acciaio devono essere efficacemente protetti contro la ruggine e la corrosione, particolarmente nelle eventuali parti a diretto contatto col terreno (fondazioni metalliche).

2.4.02. **Limitazione all'impiego dei sostegni di legno.** - L'impiego dei sostegni di legno è vietato nelle campate che attraversano superiormente linee ferroviarie elettrificate o funivie adibite al trasporto di persone, sciovie e seggiovie.

Negli attraversamenti di ferrovie non elettrificate, tranvie, filovie, funicolari terrestri, autostrade, strade statali e loro tratti interni agli abitati, fiumi navigabili di seconda classe (regio decreto 8 giugno 1911, n. 823 e regio decreto 11 luglio 1913 n.959), linee di telecomunicazione, l'impiego dei sostegni di legno è ammesso solo:

a) per le linee di classe zero e prima;

b) per le linee di seconda classe per l'alimentazione di cantieri o quando si tratti di varianti provvisorie (durata non superiore a 5 anni) purchè la campata di attraversamento non sia di lunghezza superiore a 30 m e purchè la sezione complessiva dei conduttori della linea non sia superiore a 150 mm^2

2.4.03. **Sostegni sorreggenti circuiti di classi diverse.** - I sostegni sorreggenti circuiti di classi diverse devono essere considerati a tutti gli effetti come sostegni della linea di classe superiore.

Quando la linea elettrica poggia su sostegni adibiti anche ad altro uso quali sostegni di linee di contatto di ferrovie, tranvie, filovie, valgono ancora le prescrizioni di 2.4.04 e 2.4.05 dove, agli effetti della verifica di stabilità, i conduttori non facenti parte della linea elettrica devono essere considerati come corde di guardia.

2.4.04. **Ipotesi di calcolo.** - La verifica di stabilità dei sostegni deve essere eseguita nelle seguenti ipotesi:

1) che tutti i conduttori e le corde di guardia siano integri alla temperature di -5°C e che spiri normalmente alla linea vento a 130km/ora;

2) che, nelle condizioni di temperatura e di carico della ipotesi 1):

- per i sostegni con non più di 4 conduttori delle linee di classe zero, prima e seconda e per i sostegni con non più di sei conduttori delle linee di terza classe, sia rotto un conduttore o una corda di guardia;
- per i sostegni con più di quattro conduttori delle linee di classe zero, prima e seconda e per i sostegni con più di sei ma non piu di diciotto conduttori delle linee di terza classe siano rotti due fra conduttori e corde di guardia nella stessa campata.

Per i sostegni da impiegarsi nelle regioni della zona B (1.2.08) la verifica di stabilità deve essere eseguita oltre che per le ipotesi 1) e 2) anche per le seguenti:

3) che tutti i conduttori e le corde di guardia siano integri nelle condizioni di temperatura e di carico previste per la zona B (2.2.04) col vento a 65km/h spirante normalmente alla linea;

4) che, nelle condizioni di temperatura e di carico della ipotesi 3):

- per i sostegni con non più di 4 conduttori delle linee di classe zero, prima e seconda e per i sostegni con non più di sei conduttori delle linee di terza classe, sia rotto un conduttore o una corda di guardia;

- per i sostegni con più di quattro conduttori delle linee di classe zero, prima e seconda e per i sostegni con più di sei ma non piu di diciotto conduttori delle linee di terza classe, siano rotti due fra i conduttori e corde di guardia nella stessa campata.

Agli effetti della verifica di stabilità dei sostegni d'angolo si deve intendere come normale alla linea un vento spirante nella direzione della bisettrice dell'angolo formato dalle due campate facenti capo al sostegno di volta in volta considerato. Nel caso di sostegni di diramazione il vento deve essere assunto nella direzione della bisettrice dell'angolo formato da quella fra le varie coppie di campate facenti capo al sostegno che dà luogo alle più sfavorevoli condizioni di carico.

I conduttori e le corde di guardia da considerare rotti devono essere quelli di cui in 2.4.05.

Non è prescritta la verifica nelle ipotesi 2) e 4) per le mensole, i ganci e le paline fissate ai fabbricati e sorreggenti i conduttori e per i sostegni di rettifilo, o calcolati per angoli di deviazione non superiore a 5°, delle linee di classe zero, prima e seconda quando i sostegni stessi hanno, nel senso longitudinale della linea, una resistenza meccanica almeno eguale ad un quinto di quella nel senso trasversale della linea.

2.4.05. Conduttori rotti. - In ogni sostegno di linea di classe zero, prima e seconda si devono considerare separatamente:

a) le parti sulle quali agiscono non più di quattro conduttori;

b) le parti sulle quali agiscono più di quattro conduttori.

In ogni sostegno di linea di terza classe si devono invece considerare separatamente:

a) le parti sulle quali agiscono non più di sei conduttori;

b) le parti sulle quali agiscono più di sei ma non più di diciotto conduttori.

I conduttori da considerare rotti nelle ipotesi 2) e 4) di 2.4.04 devono esere scelti, a seconda della parte di sostegno considerata, in base al seguente criterio.

Ciascuna delle parti di cui in a) deve essere verificata per la rottura di uno dei conduttori o di una delle eventuali corde di guardia che agiscono su di essa. Ciascuna delle parti di cui in b) deve essere verificata per la rottura di due qualunque fra i conduttori o corde di guardia che agiscono su di essa; questi due conduttori o corde di guardia però non devono agire entrambi su una stessa parte fra quelle considerate in a).

Entro i limiti sopra indicati si devono di volta in volta considerate rotti i conduttori o corde di guardia che danno luogo alle più sfavorevoli condizioni di carico per i singoli elementi della struttura del sostegno.

2.4.05 bis. Caso particolare delle linee in cavo aereo. - Nel caso particolare delle linee in cavo aereo la verifica di stabilità dei sostegni deve essere eseguita per l'ipotesi 1) di 2.2.04 ma con velocità del vento di 100 km/h.

Per i sostegni da impiegarsi nelle regioni della zona B) (1.2.08) la verifica di stabilità deve essere eseguita oltre che nel modo suddetto anche per l'ipotesi 3) di 2.4.04. ma con velocità del vento di 50 km/h e manicotto di ghiaccio di spessore 8mm.

Per quanto riguarda la direzione del vento da assumere per la verifica di stabilità dei sostegni d'angolo e di diramazione vale quanto prescritto in 2.4.04.

2.4.06. Carichi agenti sui sostegni. - I carichi da mettere in conto, in quanto, in ciascuna delle ipotesi di calcolo, interessano il sostegno, sono i seguenti:

a) spinta del vento agente sui conduttori e sulle corde di guardia con o senza manicotto di ghiaccio;

b) spinta del vento agente sul sostegno senza incrostazioni di ghiaccio;

c) spinta del vento agente sugli equipaggiamenti senza incrostazioni di ghiaccio;

d) componenti orizzontali dei tiri dei conduttori e delle corde di guardia nella direzione della campata;

e) componenti verticali dei tiri dei conduttori e delle corde di guardia;

f) peso degli equipaggiamenti senza incrostazioni di ghiaccio;

g) peso degli elementi costituenti i sostegni senža incrostazioni di ghiaccio.

I carichi di cui in a) e b) devono essere determinati in base alle prescrizioni indicate in 2.1.02. Quando la direzione del vento che colpisce i conduttori o una superficie piana forma un angolo δ con la normale alla superficie, la relativa pressione deve convenzionalmente essere motiplicata per cosδ.

Per i sostegni interamente a traliccio, la spinta nella direzione del vento si ottiene convenzionalmente sommando aritmeticamente le spinte esercitate sulle superfici di due facce adiacenti supposte colpite normalmente, e ciò qualuque sia l'orientamento del sostegno rispetto alla direzione del vento; per i sostegni di forma speciale, come portali con due o più ritti, forcelle a due braccia o altro, la spinta del vento deve essere calcolata separatamente per ogni ritto o braccio.

Il carico c) può essere assunto convenzionalmente pari al 5% del corrispondente carico a) per i sostegni di sospensione o con semplice isolatore rigido e pari ao 10% per i sostegni di amarro o con doppio isolatore rigido.

I tiri dei conduttori e delle corde di guardia di cui in d) sono quelli delle corrispondenti ipotesi di calcolo dei conduttori e delle corde di guardia senza alcuna riduzione per eventuali rotazioni delle catene di sospensione per effetto della rottura dei conduttori o corde di guardia della campata adiacente.

Dello squilibrio di tiro, dovuto alle differenze delle campate reali, sia dei conduttori che delle corde di guardia, non si tiene conto nel calcolo dei sostegni con isolatori sospesi disposti in sospensione.

Nel calcolo dei sostegni con isolatori rigidi, purchè la lunghezza di una delle due campate adiacenti non sia superiore a tre volte la lunghezza dell'altra, non si tiene conto del suddetto squilibrio nei seguenti casi:

- sostegni calcolati per angoli con deviazione non superiore a 5°, quando i sostegni stessi hanno nel

senso longitudinale della linea una resistenza meccanica almeno uguale ad un quinto di quella nel senso trasversale della linea;

- sostegni calcolati per angoli di deviazione superiori a 5°, quando i sostegni stessi hanno nel senso longitudinale della linea una resistenza meccanica almeno uguale a quella nel senso trasversale della linea.

Tutti i carichi devono essere considerati applicati nei vari punti del sostegno ai quali nella realtà essi vengono trasmessi. Si fa eccezione per i carichi b) e g) per i quali sono ammesse ragionevoli schematizzazioni atte a semplificare i calcoli dei sostegni.

Inoltre per i sostegni delle linee di classe seconda le cui mensole per la loro conformazione geometrica sono suscettibili di rotazione, nonchè per tutte le linee di classe zero e prima, non è necessario tenere conto dei momenti torcenti che risultano ad essi applicati nelle ipotesi 2) e 4) di 2.4.04.

2.4.07. Modalità di calcolo. - Il calcolo degli sforzi indotti nei vari elementi dei sostegni, per effetto dei carichi di cui all'articolo precedente, deve essere eseguito secondo le buone norme della tecnica con uno qualsiasi dei sistemi suggeriti dalla scienza delle costruzioni e nella forma che il progettista ritiene più conveniente, purchè ragionevolmente completa. In particolare, per le linee di seconda classe non comprese nell'ultimo comma di 2.4.06 e per le linee di terza classe, devono essere di volta in volta scelte, a seconda della forma del sostegno, le schematizzazioni e le formule atte a mettere correttamente in conto gli sforzi dovuti ai momenti torcenti che risultano applicati al sostegno nelle ipotesi 2) e 4) di 2.4.04.

2.4.08. Prescrizioni particolari per la verifica di stabilità dei sostegni di attraversamento ferroviario. - I sostegni delle campate che attraversano ferrovie in sede propria, esclusi i binari morti ed i raccordi a stabilimenti, devono essere calcolati secondo le prescrizioni degli articoli precedenti, sia per il valore effettivo dell'angolo formato dalle campate facenti capo a ciascuno di essi, sia per un valore d'angolo maggiore di 25° dell'angolo effettivo.

2.4.09. Sollecitazioni ammissibili per i sostegni. - Le massime sollecitazioni ammissibili per i sostegni delle linee elettriche nelle ipotesi 1) e 3) di 2.4.04 sono le seguenti:

a) sostegni di legno

- di essenza forte (castagno)
  196 daN/cm^2 (200 kgf/cm^2)
- di essenza dolce (abete, larice, pino)
  157 daN/cm^2 (160 kgf/cm^2)

b) sostegni di cemento armato centrifugato o vibrato costruiti in officina con calcestruzzo avente carico di rottura alla compressione a 28 giorni non inferiore a 540 daN/cm^2 (550 kgf/cm^2) e con acciaio avente carico di rottura alla trazione non inferiore a 74 daN/mm^2 (75 kgf/mm^2)

- calcestruzzo
  177 daN/cm^2 (180kgf/cm^2)
- acciaio
  2747 daN/cm^2 (2800kgf/cm^2)

c) sostegni di cemento armato vibrato con calcestruzzo avente carico di rottura alla compressione a 28 giorni non inferiore a 442 daN/cm^2 (450 kgf/cm^2) e con acciaio avente carico di rottura alla trazione non inferiore a 59 daN/mm^2 (60 kgf/mm^2)

- calcestruzzo
  147 daN/cm^2 (150kgf/cm^2)
- acciaio
  2158 daN/cm^2 (2200kgf/cm^2)

d) sostegni a traliccio in profilati o tubi di acciaio:

- per le membrature sollecitate a trazione: il valore indicato nelle tabelle annesse per il tipo di acciaio impiegato e per un valore del grado di snellezza $\lambda \leq 15$ (ved. 2.4.11); le sollecitazioni a trazione devono essere riferite alla sezione trasversale della membratura al netto dell'area corrispondente ai fori per chiodi e bulloni;
- per le membrature sollecitate a compressione con possibilità di inflessione laterale: il valore indicato nelle tabelle annesse per il relativo grado di snellezza λ e per il tipo di acciaio impiegato; per i valori di λ superiori a 20, le sollecitazioni a compressione devono essere riferite alla sezione trasversale totale, cioè senza detrarre la sezione corrispondente ai fori per chiodi e bulloni;

e) sostegni di acciaio non a traliccio

- il valore indicato nelle tabelle annesse per il tipo di acciaio impiegato e per un valore di grado di snellezza $\lambda \leq 15$;

f) tiranti in fune d'acciaio per sostegni strallati

- funi costituite da fili di acciaio con carico di rottura a trazione non inferiore a 128 daN/mm^2 (130kgf/mm^2) .... 54 daN/mm^2 (55kgf/mm^2)
- funi costituite da fili di acciaio con carico di rottura a trazione non inferiore a 147 daN/mm^2 (150kgf/mm^2 .... 64 daN/mm^2 (65kgf/mm^2)

Per i sostegni di altro tipo o materiale le sollecitazioni ammissibili devono essere scelte tenendo presente che i sostegni devono poter essere sottoposti con esito favorevole alle prove di cui in 2.4.10.

Nelle ipotesi 2) e 4) di 2.4.04 sono ammesse per i sostegni sollecitazioni maggiorate del 60% rispetto a quelle di cui sopra.

2.4.10. Prove di sostegni. - La verifica della stabilità dei sostegni può essere effettuata con l'ausilio di prove su sostegni tipo, i quali devono poter sopportare i carichi di progetto moltiplicati per i coefficienti di sicurezza di cui appresso.

Coefficienti di sicurezza per l'esecuzione delle prove in corrispondenza delle ipotesi 1) e 3) di 2.4.04:

- Sostegni metallici 2
- Sostegni di legno, sostegni di cemento armato centrifugato o vibrato, sostegni di cemento armato precompresso, sostegni metallici con nucleo di calcestruzzo centrifugato o vibrato e simili 2,5

Coefficienti di sicurezza per l'esecuzione delle prove in corrispondenza delle ipotesi 2) e 4) di 2.4.04:

- I valori sopra indicati per i vari tipi di sostegno divisi per 1,6.

Il calcolo teorico per la verifica di stabilità dei sostegni deve essere presentato alle amministrazioni interessate, se richiesto dalle medesime, ma, agli effetti della approvazione dei sostegni, saranno comunque validi i risultati delle prove quando effettuate. In tale caso il verbale delle prove, eseguite alla presenza di un rappresentante del Ministero dei lavori pubblici, deve essere convalidato da un politecnico o da una facoltà di ingegneria o da

un istituto ufficialmente riconosciuto o dal Ministero dei trasporti o dell'istituto superiore del Ministero delle poste e telecomunicazioni, a scelta dell'amministrazione pubblica interessata.

2.4.11. Grado di snellezza. - Per grado di snellezza di una membratura si intende il rapporto l/r fra la lunghezza libera l della membratura, considerata incernierata agli estremi, e il raggio minimo di inerzia r della sezione retta della membratura stessa.

Per i montanti e membrature analoghe si assume come lunghezza libera la distanza misurata sul tracciato geometrico fra due nodi consecutivi del reticolato della faccia a maglie più grandi del tronco di sostegno che si considera.

Quando i nodi dei reticolati di due facce adiacenti sono sfalsati su una stessa membratura, ferma restando la lunghezza libera sopraindicata, si assume come raggio di inerzia r della sezione, anzichè il minimo, quello relativo all'asse baricentrico normale alla faccia che si considera.

Nel caso di strutture completamente saldate si assume come lunghezza libera di membratura il 90% della lungezza misurata tra i nodi.

2.4.12. Collegamenti. - I collegamenti di parti metalliche possono essere effettuati mediante bulloni o saldature.

Le massime sollecitazioni di recisione dei bulloni non devono essere superiori al 30% delle sollecitazioni di rottura a trazione valutate in base ai carichi di rottura garantiti (vedere Norme UNI 3740) ed alla sezione resistente del bullone stesso.

I massimi carichi di trazione dei bulloni non debbono superare il 40% dei valori di rottura a trazione garantiti. La pressione esercitata dai bulloni sul contorno dei fori, riferita alla sezione diametrale del foro, non deve superare il 240% della massima sollecitazione determinata in base a quanto prescritto in 2.4.09 per i materiali sui quali il bullone esercita la pressione e per un valore del grado di snellezza $\lambda \leq 15$.

Le saldature devono essere proporzionate in modo da poter sopportare senza danno i carichi massimi di lavoro, moltiplicati per i coefficienti di sicurezza (2.4.10) delle membrature collegate.

2.4.13 Dimensioni minime. - Per i pali di legno il rapporto tra il diametro all'incastro e l'altezza fuori terra non deve essere inferiore a 1/70. Il diametro in testa non deve essere inferiore a 90 mm.

Per i sostegni di cemento armato lo spessore del calcestruzzo al di sopra del ferro delle armature (spiralature comprese) non deve essere inferiore a 15 mm per i sostegni con diametro in testa non inferiore a 200 mm e a 10 mm per gli altri.

Lo spessore delle membrature metalliche non deve essere inferiore a 4 mm; spessori inferiori ma, in ogni caso non inferiori a 3 mm sono ammessi solo per elementi zincati a caldo.

I bulloni non devono avere diametro inferiore a 12 mm.

2.4.14 Impiego di sostegni in zone sismiche. - I sostegni progettati sulla base di quanto prescritto negli articoli della presente sezione sono idonei ad essere impiegati anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.

Sezione 5. - FONDAZIONI.

2.5.01 Ipotesi di calcolo. - La verifica di stabilità delle fondazioni deve essere effettuata nelle stesse ipotesi di calcolo adottate per la verifica dei relativi sostegni. In ciascuna di tali ipotesi la verifica deve essere eseguita in base alle formule ed ai criteri esposti negli articoli da 2.5.02 a 2.5.05, che tengono conto implicitamente dei coefficienti di sicurezza.

Per le fondazioni di tipo diverso da quelli considerati negli articoli seguenti, la verifica deve essere eseguita tenendo conto del peso delle fondazioni e del terreno gravante su di esse in base all'angolo di scarpa naturale, del peso delle strutture, delle reazioni del terreno e delle pressioni per esso ammissibili. In questi casi il rapporto tra il momento di stabilità delle fondazioni ed il momento di rovesciamento non deve essere inferiore a 1,25.

2.5.02. Sostegni a stelo unico infissi nel terreno. - Posto:

k = pressione sul terreno in daN/cm^2 (kgf/cm^2);

F = tiro in daN (kgf) applicato al sostegno ad una altezza h, in m, sul terreno;

c = profondità di interramento in m;

b = dimensione della base, in m, perpendicolare alla direzione dello sforzo, per i sostegni a sezione rettangolare o quadrata;

d = diametro della base, in m, per i sostegni a sezione circolare.

Si calcola k con le formule:

$$k = \frac{F\left(h + \frac{c}{2}\right)}{\frac{bc^2}{12} \times 10^4}$$

per i sostegni a sezione rettangolare;

$$k = \frac{F\left(h + \frac{c}{2}\right)}{\pi \frac{dc^2}{48} \times 10^4}$$

per i sostegni a sezione circolare.

I valori di k così calcolati non devono superare i valori di pressione indicati in 2.5.06 moltiplicati per un coefficiente pari a 1,33.

L'interramento dei sostegni, espresso in metri, non deve essere comunque inferiore a 0,30 + 0,12 L, dove L è la lunghezza totale del sostegno in metri.

Il calcolo della pressione k con la formula di cui sopra non è richiesto per i sostegni per i quali sia F $\leq$ 196 daN (200 kgf) e che non sostengono campate di attraversamento di ferrovie e tranvie in sede propria, funicolari terrestri, autostrade, strade statali e provinciali e linee di telecomunicazione in conduttori nudi.

L'infissione diretta dei sostegni a stelo unico non è ammessa per i sostegni delle linee di classe seconda e terza, nelle campate che attraversano superiormente ferrovie, funicolari terrestri, funivie o linee di telecomunicazione, sciovie, seggiovie, autostrade, strade statali e provinciali.

Per i sostegni direttamente infissi nel terreno, l'interramento deve essere eseguito in modo da garantire che lo stato di consolidamento del terreno costipato attorno al sostegno rimanga inalterato nel tempo.

I sostegni di legno direttamente interrati devono essere protetti contro l'infradiciatura specialmente nella zona intorno al piano di terra.

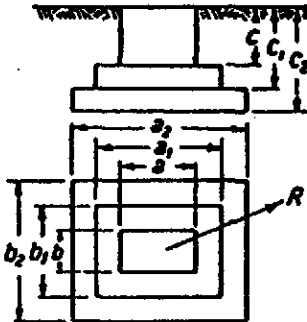
2.5.03. Fondazioni a blocco unico. -

1) Per blocchi di fondazione parallelepipedi a base quadrata o rettangolare o circolare, senza risega, deve essere:

$$M_r \leq 0,85 \frac{P\,a}{2}$$

quando non si può contare sul contributo del terreno laterale alla resistenza;

$$M_r \leq \gamma\, b\, c^3 + 0,85 \frac{P\,a}{2}$$

quando si può contare sul contributo del terreno laterale:

dove:

γ = 1079 daN/m^3 (1100kgf/m^3)

M_r = momento rispetto al piano di appoggio della fondazione della risultante R di tutte le forze applicate al sostegno, espresso in daN.m (kgf·m);

P = peso del blocco, della struttura che insiste su di esso e del terreno eventualmente contenuto in cavità del blocco stesso, in daN (kgf)

a = lato, o diametro per le fondazioni circolari, in m, della base del blocco non intersecato dalla proiezione verticale delle risultante di tutte le forze applicate al sostegno;

b = lato, o diametro per fondazioni circolari, in m, della base del blocco intersecato dalla proiezione verticale della risultante di tutte le forze applicate al sostegno;

c = profondità di interramento del blocco, in m.

Quando la proiezione verticale della risultante si trova esattamente sulla diagonale della base del blocco, M_r deve essere inferiore al maggiore dei due valori ottenuti scambiando nella formula i dati a e b.

2) Qualora il blocco sia munito di n riseghe, deve essere:

$$M_r \leq 0,85 \frac{P\,a_n}{2}$$

quando non si può contare sul contributo del terreno laterale;

$$M_r \leq \gamma \left\{ bc^3 + b_1 (c_1^3 - c^3) + b_2 (c_2^3 - c_1^3) + \ldots \right.$$

$$\left. \ldots + b_n (c_n^3 - c_{n-1}^3) \right\} + 0,85 \frac{P\,a_n}{2}$$

quando si può contare sul contributo del terreno laterale;

dove, oltre ai simboli sopra indicati:

$a_1, a_2 \ldots a_n$ = lato, o diametro per le fondazioni circolari, in m, della risega (prima, seconda ... ennesima) non intersecato dalla proiezione verticale della risultante di tutte le forze applicate al sostegno;

$b_1, b_2 \ldots b_n$ = lato, o diametro per le fondazioni circolari, in m, della risega (prima, seconda ... ennesima) intersecato dalla proiezione verticale della risultante di tutte le forze applicate al sostegno;

$c_1, c_2 \ldots c_n$ = profondità di interramento della superficie inferiore della risega, in m.

In questo caso P comprende anche il peso del terreno direttamente sovrastante alle riseghe.

Quando la proiezione verticale della risultante si trova esattamente sulla diagonale della base del blocco, M_r deve essere inferiore al maggiore dei due valori ottenuti scambiando nella formula i dati a e b.

2.5.04. Fondazioni a pilastrini riuniti da una piastra di base. - Per fondazioni con piastra e pilastrini a base quadrata o rettangolare deve essere:

$$M_r \leq 0,85 \frac{P\,a}{2}$$

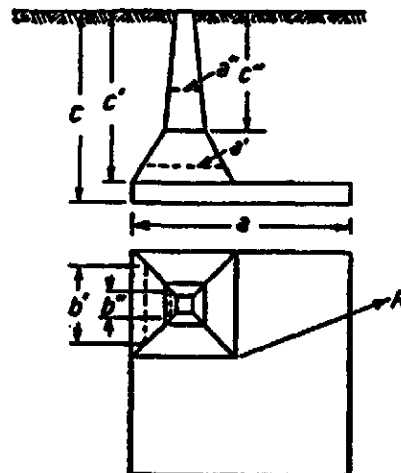
quando non si può contare sul contributo alla resistenza del terreno circostante alla fondazione:

$$M_r = \gamma \left\{ (c^3 - c'^3)\, b + 2\,(c'^3 - c''^3)\, b' + 2\, c''^3\, b'' \right\} + 0,85 \frac{P\,a}{2}$$

quando si può contare sul contributo del terreno laterale;

dove:

γ = 1079 daN/m^3 (1100kgf/m^3)

M_r = momento rispetto al piano di appoggio della fondazione della risultante di tutte le forze applicate al sostegno, espresso in daN.m (kgf·m);

P = peso della fondazione, della terra direttamente sovrastante e della struttura che insiste su di essa, in daN (kgf)

a = lato, in m, della piastra di base non intersecato dalla proiezione verticale della risultante di tutte le forze applicate al sostegno;

b'= lato, normale al lato a, dello zoccolo del pilastrino misurato a un terzo della sua altezza, in m;

b'' = lato, normale al lato a, della colonna del pilastrino misurato a un terzo della sua altezza, in m;

c = profondità di interramento della superficie inferiore della piastra, in m;

c' = profondità di interramento della superficie superiore della piastra, in m;

c''= profondità di interramento della superficie dello zoccolo del pilastrino, in m.

Quando la proiezione verticale della risultante si trova esattamente sulla diagonale della base del blocco, N_T deve essere inferiore al maggiore dei due valori ottenuti scambiando nella formula i dati a e b.

2.5.05. **Fondazioni a piedini separati.** - Le fondazioni a piedini separati, sia a pilastrini, sia a griglia, devono essere verificate controllando che la pressione media esercitata sul terreno dai piedini compressi non superi i valori di pressione indicati in 2.5.06 e che lo sforzo di trazione nei piedini tesi non superi il peso del piedino più il peso del terreno gravante su di esso.

Per la verifica dei piedini tesi, si assume convenzionalmente che il terreno gravante su ogni piedino è quello del terreno compreso fra il piedino e le generatrici di un conoide inclinate sulla verticale di un angolo α dipendente dalla natura del terreno, inviluppante il piedino stesso.

Nelle fondazioni con piedini a griglia, la griglia deve essere assimilata ad una piastra senza tenere conto dei vuoti.

Il peso specifico del terreno e l'angolo α da assumere per i calcoli non devono essere superiori ai valori indicati in 2.5.06.

2.5.06. **Dati numerici relativi ai calcoli.** - Il peso specifico del calcestruzzo da assumere per i calcoli è 2158 daN/m^3 (2200 kgf/m^3).

Il peso specifico del terreno da assumere per i calcoli è 1570 daN/m^3 (1600 kgf/m^3); valori superiori possono essere impiegati quando è dimostrato che il peso specifico è superiore.

I valori dell'angolo α di inclinazione da assumere per la verifica di cui in 2.5.05 e le pressioni ammissibili nel terreno nella verifica di cui in 2.5.02 e 2.5.05 sono riportati nella tabella seguente.

Tipo di terreno	Pressione daN/cm^2	(kgf/cm^2)	Angolo α
Ghiaia, sabbia, argilla asciutta compatta..........	3,9	(4)	30°
Terreno vegetale consistente	2,0	(2)	20°
Terreno di riporto, argilla umida sabbiosa............	1,0	(1)	20°

Per i terreni torbosi e paludosi non si può fare affidamento sulla resistenza del terreno salvo che si ricorra ad opere di rafforzamento.

2.5.07. **Fondazione dei sostegni in roccia o muratura.** - Nel caso di sostegni fondati in roccia o in muratura non si applicano le prescrizioni degli articoli precedenti, ma è sufficiente che il vincolo sia atto a sopportare uno sforzo non inferiore a 1,50 volte quello corrispondente alle ipotesi di calcolo 1) e 3) dell'art. 2.4.04 e ad 1,25 volte quello corrispondente alle ipotesi di calcolo 2) e 4) dello stesso articolo.

2.5.08. **Fondazioni in zone sismiche.** - Le fondazioni verificate sulla base di quanto prescritto negli articoli della presente sezione sono idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.

CAPITOLO III

DISPOSIZIONI FINALI E TRANSITORIE

3.1.01. **Vigilanza.** - La verifica e la vigilanza tecnica ed amministrativa sulla esecuzione delle prescrizioni delle presenti norme sono affidate esclusivamente, anche per le zone sismiche, alle Amministrazioni che hanno competenza autorizzativa, ai sensi delle vigenti leggi, alla costruzione ed all'esercizio degli elettrodotti.

3.1.02. **Attraversamenti di linee di telecomunicazione.** - Gli attraversamenti di linee elettriche sovrapassanti autrostrade, strade statali, provinciali e comunali, costruiti secondo le Norme stabilite dagli art. da 37 a 46 del R.D. 26 novembre 1940, n.1969, sono ritenuti regolari, a tutti gli effetti, nei confronti di eventuali linee di telecomunicazione sottopassanti la stessa campata di attraversamento, purchè siano rispettate le distanze minime di cui agli art. 2.1.06 e 2.1.07 delle presenti Norme.

3.1.03. **Collaudo.** - Dopo un periodo di esercizio della durata di tre anni, durante il quale non siano state presentate opposizioni all'Autorità che ha competenza autorizzativa da parte del Ministero PP.TT. in merito ad interferenze elettromagnetiche con linee di telecomunicazione, gli elettrodotti saranno sottoposti a collaudo:

- da parte degli uffici dell'Amministrazione che ha rilasciato l'autorizzazione alla costruzione per quelli con tensione inferiore a 220 kV;
- da parte di apposita commissione nominata dal Ministero dei Lavori Pubblici, Direzione Generale delle Acque e degli Impianti Elettrici, per quelli con tensione uguale o superiore a 220 kV.

Le spese per il collaudo ed i compensi spettanti ai collaudatori sono a carico del titolare dell'autorizzazione all'impianto e all'esercizio dell'elettrodotto.

Gli atti di collaudo saranno poi trasmessi, a seconda della competenza, al Ministero dei Lavori Pubblici, Direzione Generale delle Acque e degli Impianti Elettrici o alle altre Amministrazioni per il provvedimento di approvazione.

TABELLE RELATIVE ALLE SOLLECITAZIONI

AMMISSIBILI PER I SOSTEGNI DI ACCIAIO

λ = Grado di snellezza della membratura (2.4.11)

σ = Sollecitazione in daN/cm^2 (kgf/cm^2)

SOLLECITAZIONI AMMISSIBILI PER SOSTEGNI DI ACCIAIO

Acciaio delle seguenti caratteristiche:

3630 (3700) $\leq \sigma_R \leq$ 4709 (4800); $\sigma_s \geq$ 2354 (2400); A $\geq$ 26 % (25 % per le lamiere)

oppure 4120 (4200) $\leq \sigma_R \leq$ 5199 (5300); $\sigma_s \geq$ 2354 (2400); A $\geq$ 23 % (22 % per le lamiere)

λ	σ	λ	σ	λ	σ	λ	σ	λ	σ	λ	σ	λ	σ	λ	σ
0-15	1373 (1400)	45	1187 (1210)	75	1001 (1020)	105	814 (830)	135	569 (580)	165	383 (390)	195	275 (280)	225	206 (210)
16	1364 (1390)	46	1177 (1200)	76	991 (1010)	106	804 (820)	136	559 (570)	166	373 (380)	196	275 (280)	226	206 (210)
17	1364 (1390)	47	1177 (1200)	77	991 (1010)	107	804 (820)	137	549 (560)	167	373 (380)	197	265 (270)	227	206 (210)
18	1354 (1380)	48	1167 (1190)	78	981 (1000)	108	795 (810)	138	549 (560)	168	373 (380)	198	265 (270)	228	196 (200)
19	1344 (1370)	49	1158 (1180)	79	971 (990)	109	785 (800)	139	540 (550)	169	363 (370)	199	265 (270)	229	196 (200)
20	1344 (1370)	50	1158 (1180)	80	971 (990)	110	785 (800)	140	530 (540)	170	363 (370)	200	255 (260)	230	196 (200)
21	1334 (1360)	51	1148 (1170)	81	971 (990)	111	775 (790)	141	520 (530)	171	353 (360)	201	255 (260)	231	196 (200)
22	1334 (1360)	52	1148 (1170)	82	961 (980)	112	775 (790)	142	520 (530)	172	353 (360)	202	255 (260)	232	196 (200)
23	1324 (1350)	53	1138 (1160)	83	952 (970)	113	765 (780)	143	510 (520)	173	343 (350)	203	255 (260)	233	186 (190)
24	1315 (1340)	54	1128 (1150)	84	942 (960)	114	755 (770)	144	500 (510)	174	343 (350)	204	245 (250)	234	186 (190)
25	1315 (1340)	55	1128 (1150)	85	942 (960)	115	755 (770)	145	490 (500)	175	343 (350)	205	245 (250)	235	186 (190)
26	1305 (1330)	56	1118 (1140)	86	932 (950)	116	746 (760)	146	490 (500)	176	334 (340)	206	245 (250)	236	186 (190)
27	1295 (1320)	57	1109 (1130)	87	922 (940)	117	736 (750)	147	481 (490)	177	334 (340)	207	245 (250)	237	186 (190)
28	1295 (1320)	58	1109 (1130)	88	922 (940)	118	736 (750)	148	471 (480)	178	324 (330)	208	235 (240)	238	186 (190)
29	1285 (1310)	59	1099 (1120)	89	912 (930)	119	726 (740)	149	471 (480)	179	324 (330)	209	235 (240)	239	186 (190)
30	1275 (1300)	60	1089 (1110)	90	903 (920)	120	716 (730)	150	461 (470)	180	324 (330)	210	235 (240)	240	177 (180)
31	1275 (1300)	61	1089 (1110)	91	903 (920)	121	706 (720)	151	461 (470)	181	314 (320)	211	235 (240)	241	177 (180)
32	1265 (1290)	62	1079 (1100)	92	893 (910)	122	697 (710)	152	451 (460)	182	314 (320)	212	235 (240)	242	177 (180)
33	1265 (1290)	63	1079 (1100)	93	893 (910)	123	687 (700)	153	441 (450)	183	314 (320)	213	226 (230)	243	177 (180)
34	1256 (1280)	64	1069 (1090)	94	883 (900)	124	677 (690)	154	441 (450)	184	304 (310)	214	226 (230)	244	177 (180)
35	1246 (1270)	65	1059 (1080)	95	873 (890)	125	667 (680)	155	432 (440)	185	304 (310)	215	226 (230)	245	177 (180)
36	1246 (1270)	66	1059 (1080)	96	873 (890)	126	657 (670)	156	432 (440)	186	304 (310)	216	226 (230)	246	167 (170)
37	1236 (1260)	67	1050 (1070)	97	863 (880)	127	647 (660)	157	422 (430)	187	294 (300)	217	226 (230)	247	167 (170)
38	1226 (1250)	68	1040 (1060)	98	853 (870)	128	638 (650)	158	412 (420)	188	294 (300)	218	216 (220)	248	167 (170)
39	1226 (1250)	69	1040 (1060)	99	853 (870)	129	628 (640)	159	412 (420)	189	294 (300)	219	216 (220)	249	167 (170)
40	1216 (1240)	70	1030 (1050)	100	844 (860)	130	618 (630)	160	402 (410)	190	284 (290)	220	216 (220)	250	167 (170)
41	1207 (1230)	71	1020 (1040)	101	834 (850)	131	608 (620)	161	402 (410)	191	284 (290)	221	216 (220)		
42	1207 (1230)	72	1020 (1040)	102	834 (850)	132	598 (610)	162	392 (400)	192	284 (290)	222	206 (210)		
43	1197 (1220)	73	1010 (1030)	103	824 (840)	133	589 (600)	163	392 (400)	193	275 (280)	223	206 (210)		
44	1197 (1220)	74	1010 (1030)	104	824 (840)	134	579 (590)	164	383 (390)	194	275 (280)	224	206 (210)		

SOLLECITAZIONI AMMISSIBILI PER SOSTEGNI DI ACCIAIO

Acciaio delle seguenti caratteristiche:

5101 (5200) $\leq \sigma_R \leq$ 6377 (6500); $\sigma_s \geq$ 3532 (3600); $A \geq$ 22 % (21 % per le lamiere; 20 % per i tubi)

λ	σ	λ	σ	λ	σ	λ	σ	λ	σ	λ	σ	λ	σ	λ	σ
0-15	2158 (2200)	45	1805 (1840)	75	1462 (1490)	105	942 (960)	135	569 (580)	165	383 (390)	195	275 (280)	225	206 (210)
16	2148 (2190)	46	1795 (1830)	76	1452 (1480)	106	922 (940)	136	559 (570)	166	383 (390)	196	275 (280)	226	206 (210)
17	2139 (2180)	47	1785 (1820)	77	1432 (1460)	107	912 (930)	137	549 (560)	167	373 (380)	197	265 (270)	227	206 (210)
18	2119 (2160)	48	1776 (1810)	78	1422 (1450)	108	893 (910)	138	549 (560)	168	373 (380)	198	265 (270)	228	196 (200)
19	2109 (2150)	49	1766 (1800)	79	1413 (1440)	109	873 (890)	139	540 (550)	169	363 (370)	199	265 (270)	229	196 (200)
20	2099 (2140)	50	1746 (1780)	80	1403 (1430)	110	863 (880)	140	530 (540)	170	363 (370)	200	255 (260)	230	196 (200)
21	2090 (2130)	51	1736 (1770)	81	1393 (1420)	111	844 (860)	141	520 (530)	171	353 (360)	201	255 (260)	231	196 (200)
22	2080 (2120)	52	1727 (1760)	82	1383 (1410)	112	834 (850)	142	520 (530)	172	353 (360)	202	255 (260)	232	196 (200)
23	2060 (2100)	53	1717 (1750)	83	1364 (1390)	113	814 (830)	143	510 (520)	173	343 (350)	203	255 (260)	233	186 (190)
24	2050 (2090)	54	1707 (1740)	84	1354 (1380)	114	804 (820)	144	500 (510)	174	343 (350)	204	245 (250)	234	186 (190)
25	2040 (2080)	55	1697 (1730)	85	1344 (1370)	115	785 (800)	145	491 (500)	175	343 (350)	205	245 (250)	235	186 (190)
26	2031 (2070)	56	1678 (1710)	86	1324 (1350)	116	775 (790)	146	491 (500)	176	334 (340)	206	245 (250)	236	186 (190)
27	2021 (2060)	57	1668 (1700)	87	1305 (1330)	117	755 (770)	147	481 (490)	177	334 (340)	207	245 (250)	237	186 (190)
28	2011 (2050)	58	1658 (1690)	88	1285 (1310)	118	746 (760)	148	471 (480)	178	324 (330)	208	235 (240)	238	186 (190)
29	1991 (2030)	59	1648 (1680)	89	1265 (1290)	119	736 (750)	149	471 (480)	179	324 (330)	209	235 (240)	239	186 (190)
30	1982 (2020)	60	1638 (1670)	90	1246 (1270)	120	716 (730)	150	461 (470)	180	324 (330)	210	235 (240)	240	177 (180)
31	1972 (2010)	61	1619 (1650)	91	1226 (1250)	121	706 (720)	151	461 (470)	181	314 (320)	211	235 (240)	241	177 (180)
32	1962 (2000)	62	1609 (1640)	92	1207 (1230)	122	697 (710)	152	451 (460)	182	314 (320)	212	235 (240)	242	177 (180)
33	1952 (1990)	63	1599 (1630)	93	1187 (1210)	123	687 (700)	153	441 (450)	183	314 (320)	213	226 (230)	243	177 (180)
34	1933 (1970)	64	1589 (1620)	94	1158 (1180)	124	677 (690)	154	441 (450)	184	304 (310)	214	226 (230)	244	177 (180)
35	1923 (1960)	65	1579 (1610)	95	1138 (1160)	125	667 (680)	155	432 (440)	185	304 (310)	215	226 (230)	245	177 (180)
36	1913 (1950)	66	1570 (1600)	96	1118 (1140)	126	657 (670)	156	432 (440)	186	304 (310)	216	226 (230)	246	167 (170)
37	1903 (1940)	67	1550 (1580)	97	1099 (1120)	127	647 (660)	157	422 (430)	187	294 (300)	217	226 (230)	247	167 (170)
38	1893 (1930)	68	1540 (1570)	98	1079 (1100)	128	638 (650)	158	412 (420)	188	294 (300)	218	216 (220)	248	167 (170)
39	1884 (1920)	69	1530 (1560)	99	1059 (1080)	129	628 (640)	159	412 (420)	189	294 (300)	219	216 (220)	249	167 (170)
40	1864 (1900)	70	1521 (1550)	100	1040 (1060)	130	618 (630)	160	402 (410)	190	284 (290)	220	216 (220)	250	167 (170)
41	1854 (1890)	71	1511 (1540)	101	1020 (1040)	131	608 (620)	161	402 (410)	191	284 (290)	221	216 (220)		
42	1844 (1880)	72	1491 (1520)	102	1001 (1020)	132	598 (610)	162	392 (400)	192	284 (290)	222	206 (210)		
43	1834 (1870)	73	1481 (1510)	103	981 (1000)	133	589 (600)	163	392 (400)	193	275 (280)	223	206 (210)		
44	1825 (1860)	74	1472 (1500)	104	961 (980)	134	579 (590)	164	383 (390)	194	275 (280)	224	206 (210)		

Il Ministro dei lavori pubblici
DE ROSE

88A1389

GIUSEPPE MARZIALE, *direttore*

FRANCESCO NOCITA, *redattore*
ALFONSO ANDRIANI, *vice redattore*

(9652145) Roma - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - S.